

1 Antecedentes y situación

Esta investigación parte de la situación de la enseñanza de la física en el bachillerato y del potencial didáctico de Internet. En este capítulo se presentan las principales ideas que han contribuido a mejorar la enseñanza de la física y que sirvieron de base para este estudio, también se describe el desarrollo de la investigación que han hecho diversos autores sobre la colaboración para el aprendizaje, y se explican las características generales de los elementos informáticos que se utilizaron.

1.1 La enseñanza de la física en el bachillerato

La física que se enseña en el bachillerato requiere una didáctica particular que tome en cuenta las características de los alumnos de este nivel académico y las dificultades que enfrentan tanto los estudiantes como los maestros. Se considera que la enseñanza de la física en el bachillerato es tradicional en el sentido de que está centrada en la transmisión de conocimientos y supone la comprensión suficiente de conceptos físicos y matemáticos por parte de los estudiantes (López, Flores y Gallegos, 2000). No obstante, diversos autores recientes han analizado las características y los problemas de la educación en la actualidad y sus ideas pueden contribuir a la integración de nuevas estrategias de enseñanza que permitan mejorar la enseñanza de la física.

1.1.1 Las dificultades de la enseñanza de la física

La física es la más fundamental de las ciencias y el término ciencia incluye generalmente tanto el proceso de aplicar el llamado *método científico*, como el cuerpo de conocimientos obtenidos de esta manera (Streeter, 1974). Sin embargo, el significado de ciencia no es fijo, sino dinámico y durante el desarrollo gradual de la ciencia su significado también ha cambiado. La ciencia se puede considerar como un proceso para indagar, esto es, un proceso para contestar preguntas, resolver problemas y desarrollar

procedimientos más efectivos para contestar preguntas y resolver problemas (Ackoff, 1962). Bunge define el método científico como un procedimiento general que se aplica a todo el ciclo de la investigación científica y lo distingue de los métodos o técnicas especiales adecuados para las diferentes etapas del tratamiento de problemas. Una de las características de la ciencia que hacen que sea difícil de estudiar, consiste en que el sentido común no puede ser un referente para juzgar la validez de sus ideas, porque no se trata de un afinamiento del conocimiento ordinario. La ciencia elabora sus propios cánones de validez, tiene su propio lenguaje y su propia estructura lógica (Bunge, 1969).

Donald (2002) ha estudiado los problemas que tienen los estudiantes de diferentes disciplinas en su aprendizaje. Ella sostiene que aprender una disciplina demanda tareas que a menudo no están asociadas con las actividades escolares. En primer lugar, considera que una disciplina es un cuerpo de conocimientos con una taxonomía razonablemente lógica, un vocabulario especializado, un cuerpo aceptado de teorías, una estrategia de investigación sistemática y técnicas de validación y replicación. A partir de esta concepción, la autora plantea tres preguntas: ¿qué tipos de ambientes de aprendizaje provee la disciplina? ¿qué conocimiento y qué procesos de pensamiento son importantes para el aprendizaje de cada disciplina? y ¿cuáles son las formas óptimas de cultivar estos procesos de pensamiento?

En el caso de la física, esta autora ha detectado que una de las estrategias que aprenden los alumnos para resolver problemas, consiste en dividirlo en partes más simples y luego reconstruirlo para adquirir una representación del problema en toda su complejidad. Sin embargo, no todos los estudiantes tienen la misma orientación en su aprendizaje, los estudiantes que tienen una orientación más profunda buscan las estructuras básicas de pensamiento que les ayuden a comprender, mientras que aquéllos que tienen una orientación más superficial, prefieren la memorización y no buscan la comprensión.

Se habla de una crisis de la educación tradicional y se plantea que ésta se ha debido a los cambios sociales, culturales y tecnológicos, que han provocado que la sola memorización del conocimiento no sea adecuada para las exigencias de hoy. Entre otros aspectos, se dice que la filosofía realista que pretendía mostrar el mundo “tal como es”, sobre todo en las ciencias naturales, es abandonada en aras de una concepción más profunda. Pozo lo expresa así: “Conocer no es reflejar la realidad, es elaborar modelos que se parezcan lo más posible a lo que sabemos de esa realidad. Todo conocimiento es una aproximación incierta” (Pozo, 1999). Así, se llega a la conclusión de que se necesita una nueva cultura del aprendizaje basada en la comprensión, el análisis crítico y la reflexión.

Sin embargo, existen circunstancias que impiden que los alumnos capten los conceptos y las líneas de razonamiento en la física. Frecuentemente los alumnos tienen dificultades con los conceptos básicos de área y volumen, así como con los razonamientos que implican proporcionalidad y su interpretación verbal (Arons, 1997). En ocasiones, estas dificultades circunstanciales no son atribuibles a los alumnos, sino que han sido herencia de cursos anteriores. Incluso existen libros de texto que manifiestan que contienen “material informativo que el alumno debe leer con detenimiento y procurar fijar en su mente” con lo que se desalienta a los estudiantes a buscar una orientación profunda de su aprendizaje (Alonso y Rojo, 1979).

En la Universidad de Bremen se han realizado trabajos de investigación sistemática sobre el aprendizaje de la física, que se pueden clasificar en cinco categorías: (a) investigaciones empíricas sobre estructuras básicas alternas en los estudiantes para el aprendizaje de diversas ramas de la física, (b) estudios empíricos sobre los procesos de aprendizaje, (c) investigaciones teóricas sobre el aprendizaje de la física (constructivismo, enfoque cognitivo, teoría de sistemas), (d) estrategias de enseñanza basadas en investigación y (e) materiales curriculares.

Uno de los campos de la investigación en la enseñanza de la física es el que se refiere a las estructuras básicas alternas en el pensamiento de los estudiantes, y el grupo de Bremen ha hecho hincapié en el análisis de las creencias epistemológicas de los estudiantes. La tesis más general desarrollada por este grupo y publicada por Niedderer (1992), establece que: “La estructura, no el contenido, del pensamiento cotidiano es esencialmente diferente de la estructura de los conceptos y teorías de la física”. En el dominio de la cotidianidad la meta del conocimiento es tener una vida satisfactoria y lidiar con el entorno mediante la solución de problemas diversos en situaciones específicas, mientras que en la ciencia, la meta es obtener explicaciones y predicciones óptimas.

Pozo y Gómez Crespo (1998) llegan a la conclusión de que una de las características que hace que la comprensión de los conceptos científicos sea muy difícil para los jóvenes, es la existencia de *concepciones alternativas* que son el resultado de sus experiencias cotidianas y que son muy difíciles de modificar.

En la física hay contenidos verbales que se refieren a datos o a hechos que son simplemente información que se afirma o se declara y que no requieren mayor comprensión. Pero comprender algo significa establecer relaciones con una red de significados que permitan explicar por qué se produce ese algo y qué consecuencias tiene.

Cuando se pretende que los alumnos aprendan una ciencia, se busca que aprendan datos y hechos, pero también que comprendan sistemas de conceptos, tanto generales como específicos, que permitan explicar los fenómenos.

Pozo y Gómez Crespo, en el texto mencionado, establecen tres posibles orígenes de las concepciones alternativas: sensorial, cultural y escolar.

En la mayor parte de la investigación que se ha hecho sobre las concepciones alternativas se señala que algunas son aplicadas en contextos

específicos; pero otras, debido a su uso reiterado adquieren generalidad, estabilidad y cierta coherencia que lleva al alumno a manifestar resistencia al cambio. Cabe aclarar que el cambio no implica necesariamente sustituir todas las ideas, sino modificar las relaciones entre las ideas que determinan un significado, es decir, el cambio conceptual es una reestructuración (Pozo y Gómez Crespo, 1998).

Las creencias e interpretaciones de los estudiantes pueden implicar diversos niveles de análisis y generalmente se trata de representaciones para situaciones específicas, y no constituyen auténticas alternativas al conocimiento científico. Sin embargo, mediante la repetición con situaciones similares, estas representaciones llegan a ser estables y constituyen un conocimiento que puede llegar a ser consciente; y el estudiante puede finalmente describir fenómenos o situaciones mediante un lenguaje con un nivel de abstracción y descontextualización similar al de la ciencia.

Los postulados epistemológicos, ontológicos y conceptuales de este conocimiento intuitivo y cotidiano son diferentes a los de las teorías científicas.

Una de las dificultades más importantes de la enseñanza de la física consiste en la necesidad de modificar los principios en que están basadas las concepciones alternativas para que los alumnos puedan contar con un nuevo sistemas de principios que sea compatible con los fundamentos del conocimiento científico. La pregunta fundamental que se plantean Pozo y Gómez Crespo es: ¿qué cambia en el cambio conceptual? Y ellos establecen las principales tendencias del cambio conceptual como se ilustra en las tres figuras que se presentan a continuación.

Desde el punto de vista epistemológico, el conocimiento cotidiano se transforma a partir de una posición realista en la que prácticamente no participa la ciencia, pero esta concepción realista evoluciona y atribuye a la ciencia la facultad de dar la interpretación verdadera; los alumnos consideran

que sus ideas previas son concepciones erróneas, pero finalmente reconocen una diversidad de interpretaciones de la realidad. La figura 1.1 muestra el cambio epistemológico de la percepción de la realidad.



Figura 1.1
Cambio epistemológico

El cambio epistemológico conlleva también una complejidad creciente en las entidades ontológicas. En la figura 1.2 se muestra este cambio ontológico.

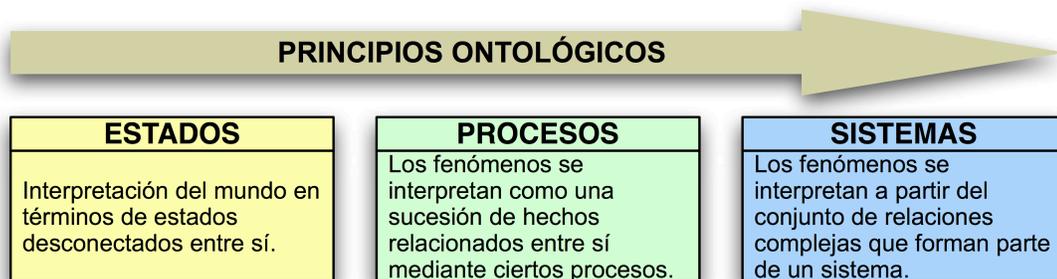


Figura 1.2
Cambio ontológico

Finalmente, los cambios en la interpretación de los fenómenos requiere cambios conceptuales que permitan incorporar conceptos como: la causalidad, el equilibrio, la conservación y la interacción; así como dar sentido a los esquemas matemáticos para la representación de fenómenos físicos. La figura 1.3 muestra los cambios conceptuales.

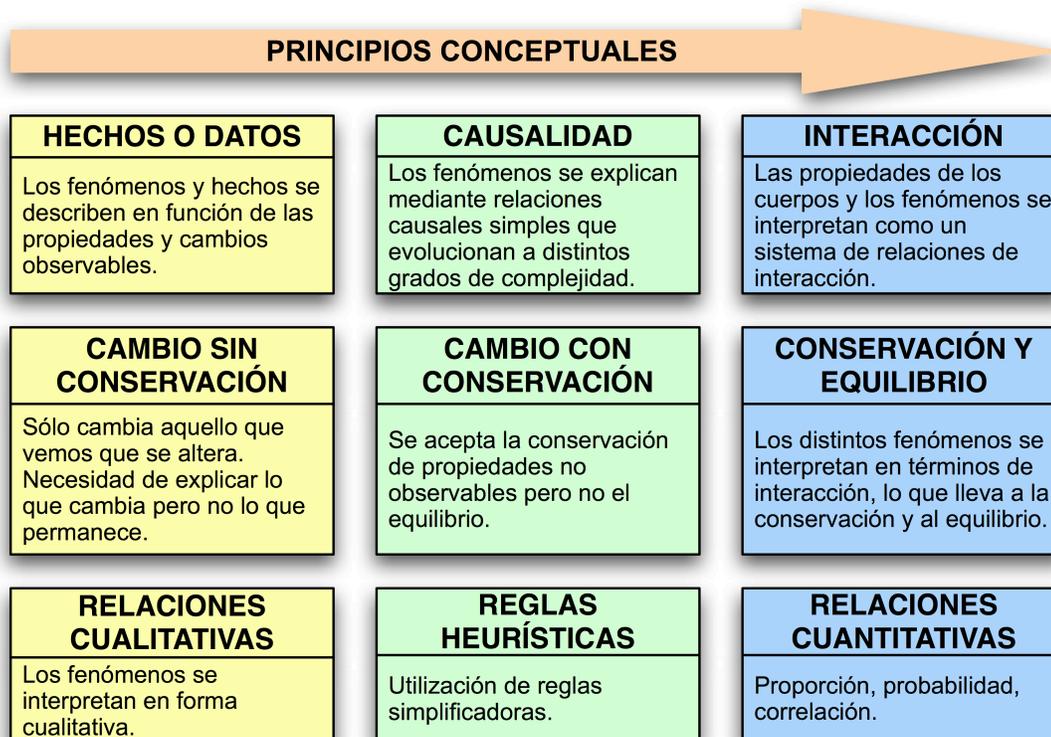


Figura 1.3
Cambio conceptual

Pozo y Gómez Crespo (1998) analizan las dificultades que enfrentan los estudiantes en el estudio de la física, y las atribuyen a la forma de organizar el conocimiento a partir de las teorías propias sobre el mundo. De acuerdo con este análisis, uno de los propósitos de la enseñanza de la física ha sido tratar de promover una actitud científica en los alumnos, tanto en la manera de resolver problemas como en la experimentación. Se ha hecho hincapié en el llamado “método científico” y se ha buscado desarrollar el gusto por el rigor y la precisión del trabajo que desarrollan los autores de la ciencia, así como una actitud crítica ante los problemas que plantea el desarrollo científico. Sin embargo, cuando los problemas que tienen que resolver los alumnos son planteamientos para la aplicación de una fórmula algebraica que han tenido que memorizar, y cuando los experimentos son propuestos para seguir un método que se convierte en un ejercicio repetitivo, los alumnos no quedan motivados para aprender.

Paradójicamente, los niños pequeños manifiestan actitudes muy cercanas a las de los científicos: exploran la naturaleza y experimentan con ella; pero los jóvenes muestran serias dificultades para el trabajo científico debido principalmente a la cantidad de información, los conceptos abstractos y la descontextualización que están presentes en las aulas y los laboratorios escolares.

En México, los diferentes programas de estudio que existen para la enseñanza de la física para el nivel del bachillerato, limitan su contenido al tratamiento de temas clásicos como la Mecánica, la Termodinámica y el Electromagnetismo; y sólo algunos incluyen el estudio de la Óptica y la llamada Física Moderna, que en esencia es la Física desarrollada durante el siglo XX. La mayoría de los libros de texto tratan los temas clásicos en orden cronológico. Sin embargo, existen propuestas para usar modelos alternos para la enseñanza de la Física, como “Física en Contexto” (Barojas y Pérez, 2001), o un avance en espiral a partir de una situación inicial, mediante el planteamiento de problemas contextualizados y con apoyo en el trabajo en el laboratorio (Coleman y Griffith, 1996). Cabe destacar que Maloney y Siegler (1993) así como Maloney (1994) analizan algunas estrategias de resolución de problemas en la enseñanza de la física.

1.1.2 Elementos didácticos

Una relación estrecha entre la investigación educativa y la enseñanza en el aula sirvió para que Tiberghien (2000) analizara diversas situaciones de aprendizaje en la enseñanza de la física. Esta autora sostiene que el conocimiento que debe ser enseñado, el entendimiento de ese conocimiento por parte de los estudiantes y los recursos didácticos deben ser considerados igualmente importantes y con una influencia potencial recíproca. En el modelo que propone, considera que el conocimiento se da mediante la interacción de dos mundos, uno de ellos constituido por Teorías y Modelos; y el otro, por Objetos y Eventos.

De acuerdo con estas ideas, la física asume parte del mundo de las Teorías y los Modelos y parte del mundo de los Objetos y Eventos, pero no los asume en su totalidad. Se dan interacciones entre el mundo de las Teorías y Modelos y el mundo de los Objetos y Eventos, pero también hay interacciones dentro del mundo de las Teorías y Modelos, entre el marco teórico de las experiencias cotidianas y los modelos y teorías de la Física; así como también se dan interacciones dentro del mundo de los Objetos y Eventos, entre los objetos y eventos de las situaciones cotidianas y los objetos y eventos de la experimentación en el laboratorio o de campo. Es decir, cada uno de los cuatro submundos interactúa con los otros tres (véase la figura 1.4).

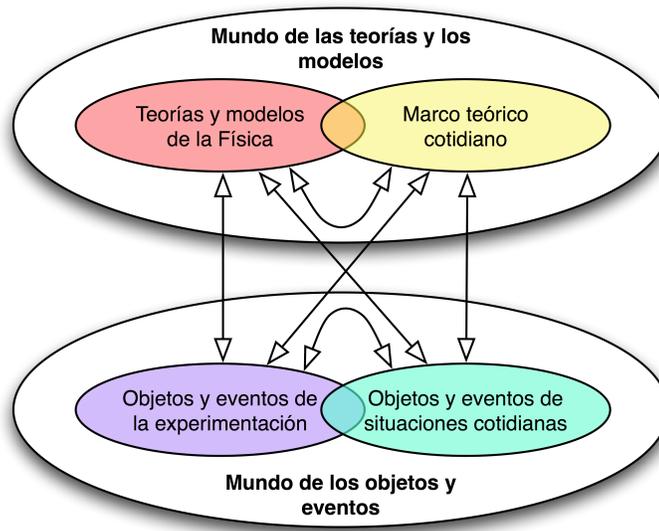


Figura 1.4
Modelo de Tiberghien

Una estrategia general especialmente importante para la comprensión de los conceptos es la Resolución de Problemas, analizada por Snider (1989) y Frye (1996). Esta última autora explica cómo desde 1989 se inició un proyecto institucional para utilizar las estrategias de Resolución de Problemas en la educación desde el nivel Preescolar hasta Preparatoria. El grupo de investigadores de este proyecto considera que la Resolución de Problemas se lleva a cabo mediante una espiral convergente en la que se parte de mirar cuidadosamente el problemas, se redefine para evitar desviaciones, se

identifican sus límites y se especifica la solución deseada, se realiza una lluvia de ideas, se analizan las alternativas, se selecciona la mejor solución potencial, se prueba y se mira nuevamente el problema original para decidir si se ha alcanzado o no la solución. Este método coincide y complementa el planteamiento del concepto gestáltico señalado por Viera (1997) en el que considera que la resolución de problemas es un proceso dinámico y creativo. Y para el caso de la física, Barojas y Pérez (2001) proponen el heurístico TADIR que mediante la aplicación de ciclos de aprendizaje de cuatro etapas, permite alcanzar la resolución de los problemas y la reflexión metacognitiva acerca del proceso seguido, mediante la revisión de las consecuencias de cada una de las cuatro etapas (Traducción, Análisis, Diseño e Implementación) (véase la figura 1.5).

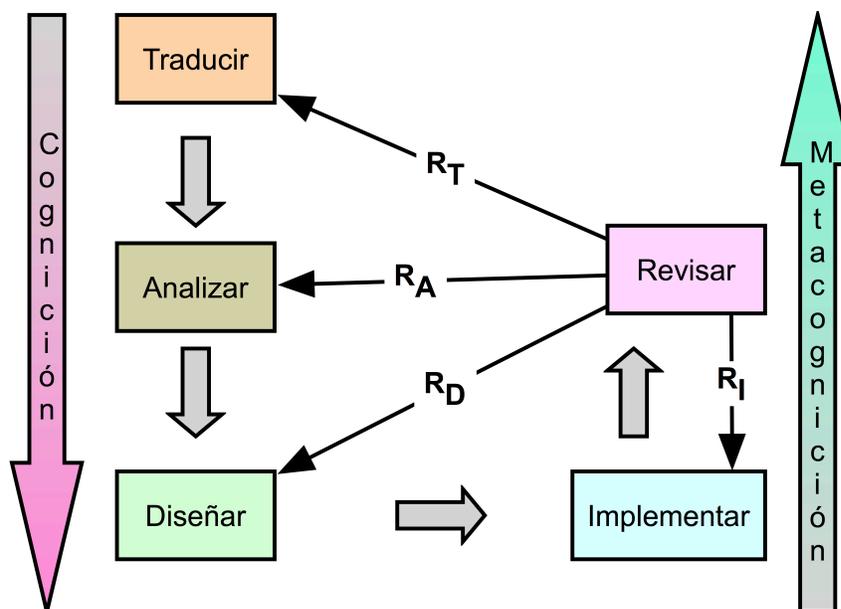


Figura 1.5
Heurístico TADIR

Los resultados de la investigación sobre la Resolución de Problemas indican que existen diferencias importantes entre los novatos y los expertos en cuanto a la eficacia que muestran, y además señalan cómo la actuación de los novatos es cualitativamente diferente a la de los expertos. Nickerson, Perkins y Smith (1998) hablan no solamente de la pericia derivada del conocimiento, sino de aquella que “se relaciona con la capacidad de dirigir los propios

recursos intelectuales y de emplear cualquier conocimiento específico del terreno que se tenga del modo más eficaz posible” (p 90). Estos autores hacen notar que cuando los alumnos ven al profesor resolver un problema, no pueden ver los procesos internos del maestro. Aún en el caso de que el profesor haya pensado a fondo un problema antes de explicarlo a sus alumnos, no les transmite cómo se descubre la solución del problema.

En la sociedad actual, los descubrimientos científicos y los conocimientos técnicos y tecnológicos ocupan una posición privilegiada porque potencian la capacidad de actuar y permiten a la gente usar su conocimiento para hacer frente a problemas complejos y realidades inciertas. Una consecuencia de esto es la necesidad de procesar más información, manejar situaciones críticas y tomar más decisiones. Y uno de los retos de esta *Sociedad del Conocimiento* es satisfacer la necesidad de que la educación y el aprendizaje propicien una mayor familiaridad con los conceptos abstractos y la incertidumbre (Peña, 2004).

Koschmann es profesor asociado del Departamento de Educación Médica de la Facultad de Medicina de la Universidad del Sur de Illinois y desde 1996 este investigador reconoció la emergencia de un nuevo paradigma educativo basado en la colaboración para la resolución de problemas con el uso de la tecnología (Lipponen, 2002). En el análisis que hace Koschmann (1996) sobre el Aprendizaje basado en la Resolución de Problemas, menciona seis principios básicos:

- A El principio de *multiplicidad*, que se refiere a la realización de representaciones múltiples que permiten una variedad de perspectivas para analizar, identificar y resolver un problema.
- B El principio de *activación*, que se da al colocar al estudiante en el centro de control del aprendizaje y promueve la participación.
- C El principio de *acomodación y adaptación*, que permite al alumno descubrir concepciones equivocadas, lo hace consciente del conocimiento

inadecuado o del razonamiento inapropiado y le permite reorientar su aprendizaje y le facilita la adaptación.

- D El principio de *autenticidad*, que permite a los alumnos atender problemas complejos, típicos en la práctica profesional, con contextos reales, que implican falta de estructura, datos incompletos o erróneos y con representaciones poco usuales.
- E El principio de *articulación*, que involucra el acto de relacionar el conocimiento nuevo con el previo.
- F El principio de *perseverancia*, que compromete al estudiante con el aprendizaje durante toda la vida, puesto que el conocimiento cambia constantemente.

Estos seis principios constituyen el quid del aprendizaje colaborativo, que este autor integra en lo que llama el modelo CSCL (Computer Supported Collaborative Learning).

Tradicionalmente se ha considerado que los alumnos aprenden *de* los maestros y cuando se usa tecnología informática, se piensa que los alumnos aprenden *de* las computadoras. Sin embargo, autores como Jonassen, Peck y Wilson (1999) sostienen que los alumnos aprenden *pensando* y que el pensamiento está comprometido con la acción. Entre los diversos métodos para el uso de la tecnología informática en la educación, estos autores formulan la creación de Comunidades de Aprendizaje soportadas tecnológicamente y basan sus ideas en las siguientes hipótesis:

- A Los constructivistas creen que el conocimiento es construido, no transmitido.
- B La construcción del conocimiento resulta de la actividad.
- C El conocimiento está anclado al contexto en el que ocurren las actividades de aprendizaje.
- D El significado está en la mente del aprendiz.

- E Por lo tanto, existen múltiples perspectivas en el mundo.
- F La generación de significados es inducida por un problema, una pregunta, una confusión, un desacuerdo o un deseo de conocer e implica una apropiación de ese problema.
- G La construcción del conocimiento requiere articulación, expresión o representación de lo que es aprendido.
- H El significado puede ser compartido con otros, así que la construcción del significado puede ser el resultado de la conversación.
- I La construcción del significado y el pensamiento están diseminados en toda la cultura y la comunidad.
- J No todos los significados son creados de la misma manera.

De todo esto se desprende que en la comprensión de la física el estudiante de bachillerato se encuentra atrapado entre sus ideas propias para describir y entender el mundo, y lo que la ciencia y los científicos dicen y hacen. También se puede ver que en los diferentes intentos para usar la resolución de problemas como una estrategia didáctica, se hace en forma de ciclos en los que la colaboración favorece la reflexión y se comparten significados. Y en tercer lugar, se aprecia que el uso de la tecnología informática puede favorecer el aprendizaje cuando se integra un enfoque constructivista en la resolución de problemas en ambientes colaborativos.

1.2 La colaboración

Cuando se hace referencia a la colaboración en el contexto del aprendizaje colaborativo con apoyo computacional (CSCL), se entiende por colaboración la co-construcción del conocimiento mediante un compromiso mutuo de los participantes. Teasley y Roschelle (1993) definen la colaboración como un proceso en el que los individuos negocian y comparten significados relevantes en tareas de resolución de problemas. La colaboración es una actividad coordinada y sincrónica y es el resultado de construir y mantener una

concepción compartida del problema que se pretende resolver. Según esta definición, la colaboración se distingue de la cooperación –que es el resultado de la simple división del trabajo por hacer– entre las personas participantes. Según estos autores, la colaboración se da en un Espacio Colectivo del Problema, que es una estructura compartida que soporta las actividades necesarias para la resolución de problemas y que integra las metas, las descripciones del problema, la reflexión sobre las acciones posibles para resolver el problema y las asociaciones entre estos tres elementos.

La investigación sobre el aprendizaje colaborativo estuvo enfocada en un primer periodo durante la década de 1970, hacia la manera como funciona el individuo en un grupo y la perspectiva dominante era la de la psicología cognitiva individual. La meta era establecer las condiciones en las que el aprendizaje colaborativo era más eficiente que el aprendizaje individual. Sin embargo, el uso de la computadora en la educación mostró resultados no sólo en términos de potenciar el aprendizaje individual, sino que se generó, en un segundo periodo, un espacio para investigar el aprendizaje colaborativo apoyado en computadora, debido a que generalmente hay más estudiantes que computadoras en las escuelas (Dillenbourg, Baker, Blaye y O'Malley, 1996).

La solución de un problema obtenida en forma colaborativa, rara vez es el producto de la acumulación de propuestas individuales, sino que emerge como resultado de un proceso en el que cada participante transforma las contribuciones de los otros y se dan situaciones de negociación. Mephu Nguifo, Baker y Dillenbourg (1999) han estudiado la resolución colaborativa de problemas mediante el análisis de la relación entre aprendizaje y diálogo, cuando se trata de dos sujetos.

Baker por su parte, ha estudiado el caso de la colaboración entre pares y define tres dimensiones para analizar la actividad colaborativa: *la simetría, el acuerdo y la concordancia*. Define la *simetría* como la medida en que son iguales las participaciones, manifestadas por la comunicación verbal y no

verbal de los miembros del grupo. El *acuerdo* se refiere a la manifestación de creencias y aceptación de diferentes aspectos de la actividad colaborativa como: soluciones, metas, métodos y acciones. La *concordancia* se refiere al grado de coherencia y armonía que exhiben los participantes en las diferentes etapas de la actividad colaborativa como la comprensión mutua y la conceptualización. Con el propósito de simplificar el análisis, Baker sugiere que estas tres dimensiones asumen valores binarios (simetría/asimetría, acuerdo/desacuerdo y concordancia/discordancia) (Baker, 2002).

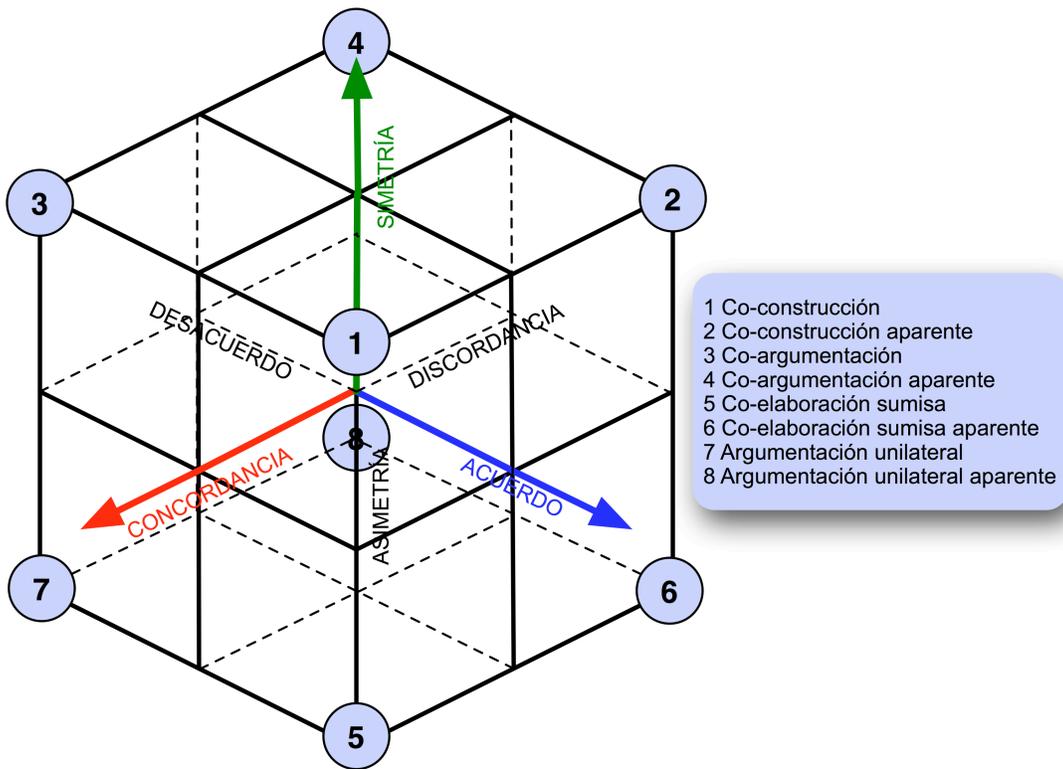


Figura 1.6
Las ocho formas básicas de colaboración según Baker

La figura 1.6 muestra un diagrama en el que se tienen tres ejes perpendiculares que corresponden a las dimensiones del modelo de Baker. Las ocho posibles combinaciones de los valores de las tres dimensiones definen un cubo cuyos vértices corresponden a estos ocho casos. Así, por ejemplo, el caso 1 establece que en la colaboración hay simetría, hay acuerdo y concordancia; este caso corresponde a una co-construcción del

conocimiento. Por su parte, el caso 7 es asimétrico, pero aunque hay concordancia, hay desacuerdo; este caso corresponde a una argumentación unilateral (Baker, 2002).

En estos dos periodos de la investigación sobre la colaboración, los estudios centraron su atención en los estudiantes, que son los agentes principales del aprendizaje colaborativo. El análisis de la colaboración se hace a partir del análisis del discurso o del análisis de las interacciones.

Recientemente, la investigación sobre la colaboración ha entrado en un tercer periodo en el que el centro de atención son los objetos desarrollados colaborativamente y los procesos involucrados (Avouris, Dimtracopoulou, Komis y Fidas, 2002).

Avouris, Komis, Fiotakis y Margaritis (2003), proponen un instrumento de análisis para la resolución colaborativa de problemas (ColAT: Collaboration Analysis Toolkit). Los agentes que participan en la resolución del problema interactúan en un espacio para la actividad y sus acciones son registradas en video o al menos en grabaciones de audio. El instrumento de análisis es un programa computacional que permite tener anotaciones que reconstruyen la solución del problema, a partir de la visualización o la audición de las intervenciones de los participantes. Estas anotaciones se registran en una bitácora electrónica que consiste en un archivo que tiene información de los eventos. Además soporta un registro mediante tablas en tres niveles que permite analizar los eventos, las tareas y las metas. Este instrumento está pensado para el caso en el que las interacciones ocurren de manera sincrónica y para resolver la dificultad práctica de tener que registrar eventos que ocurren muy rápidamente.

La figura 1.7 muestra la interfaz gráfica del instrumento ColAT. Las actividades de aprendizaje registradas en video o en audio, son reproducidas para su análisis en la ventana pequeña del lado izquierdo. El investigador va elaborando anotaciones en la zona de registro de eventos, que después se

van relacionando con las tareas realizadas que se registran en la columna correspondiente. Y finalmente, el investigador registra las metas de aprendizaje alcanzadas a través de la colaboración.

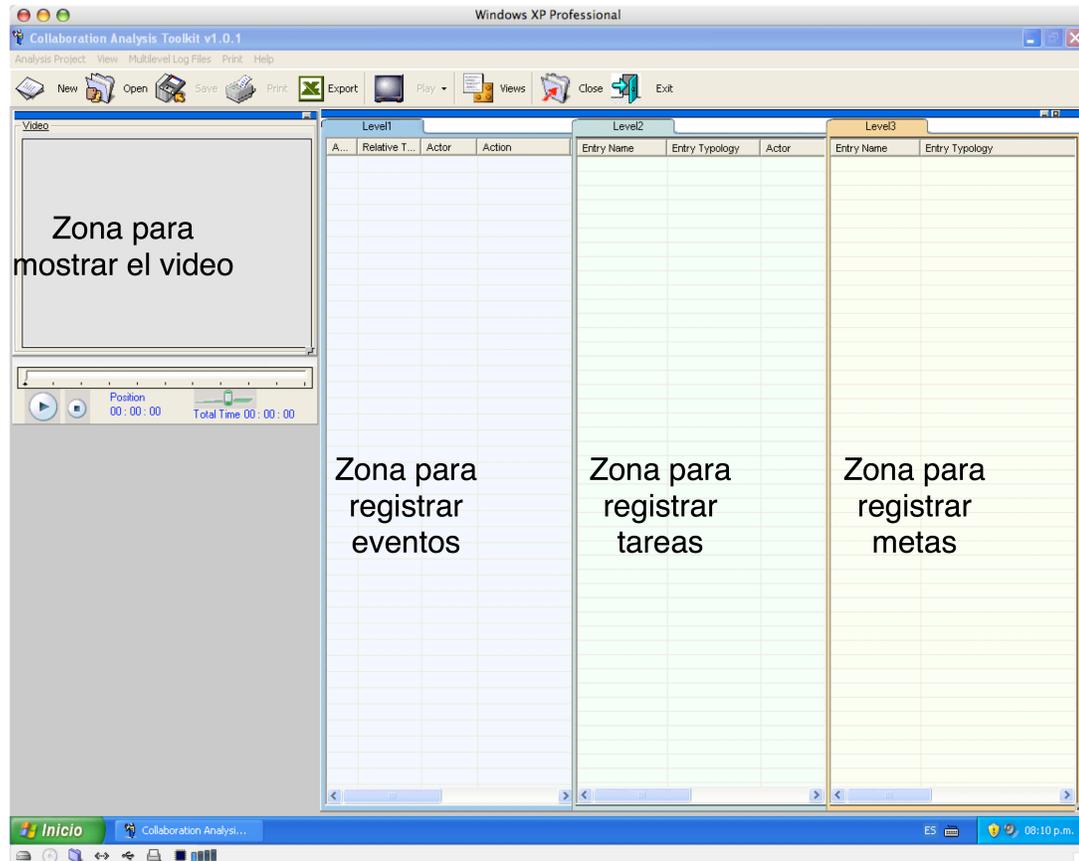


Figura 1.7

Instrumento ColAT para el análisis de la resolución colaborativa de problemas

1.3 El e-Aprendizaje

El *e-Aprendizaje* hace referencia al aprendizaje a través de Internet. Cuando se piensa en Internet se deben distinguir dos significados, a saber: una red de redes de computadoras conectadas a través de cables, líneas telefónicas, fibras ópticas y satélites de comunicación; y una serie de servicios para compartir información almacenada en las antedichas computadoras.

Las computadoras de una red se pueden clasificar en dos tipos: “servidores” y “clientes”. Los *servidores* son computadores que proveen, entre otros, los

servicios de comunicación y almacenan información; y los *clientes* son las computadoras que solicitan y usan dichos servicios. Los servicios de Internet aunados a las posibilidades de procesar y almacenar información en las computadoras personales constituyen la Tecnología Informática y de Comunicaciones (TIC) (Haughey y Anderson, 1998).

El uso de Internet en la educación es el resultado de una evolución natural del uso de la tecnología informática para estos fines. Entre la enseñanza en el aula tradicional y la llamada educación a distancia, la tecnología informática se puede usar de diferentes maneras. La figura 1.8 permite distinguir estos casos. En el primero, no se usa la tecnología, se trata de un aula convencional. El segundo ejemplo muestra un curso en el que la tecnología apoya la actividad docente. El tercer cuadro ilustra como la tecnología trasciende las paredes del aula y los alumnos la usan en el estudio fuera del aula. El cuarto ejemplo sugiere el uso intensivo de la tecnología y abre la posibilidad de la educación a distancia. (Bates y Poole, 2003).



Figura 1.8

Casi todos los sistemas de e-Aprendizaje están basados en libros de texto, tareas escritas y un sistema de comunicación mediada por computadora (CMC) (Harasim, Hiltz, Tales y Turoff, 1995). Cuando se trascienden las paredes del aula con el uso de las TIC, los estudiantes se encuentran inmersos en la necesidad de transformar sus procesos de aprendizaje y es importante que el maestro considere un espacio en el progreso de su

enseñanza. Al incorporar las redes computacionales en la enseñanza, también se genera una red de interacciones entre los agentes que participan en este proceso educativo (Palloff y Pratt, 1999). La figura 1.9 muestra estas interacciones. Para la CMC del presente trabajo, se utilizaron tres servicios de Internet: los Sitios Web, el correo electrónico y los foros de discusión.

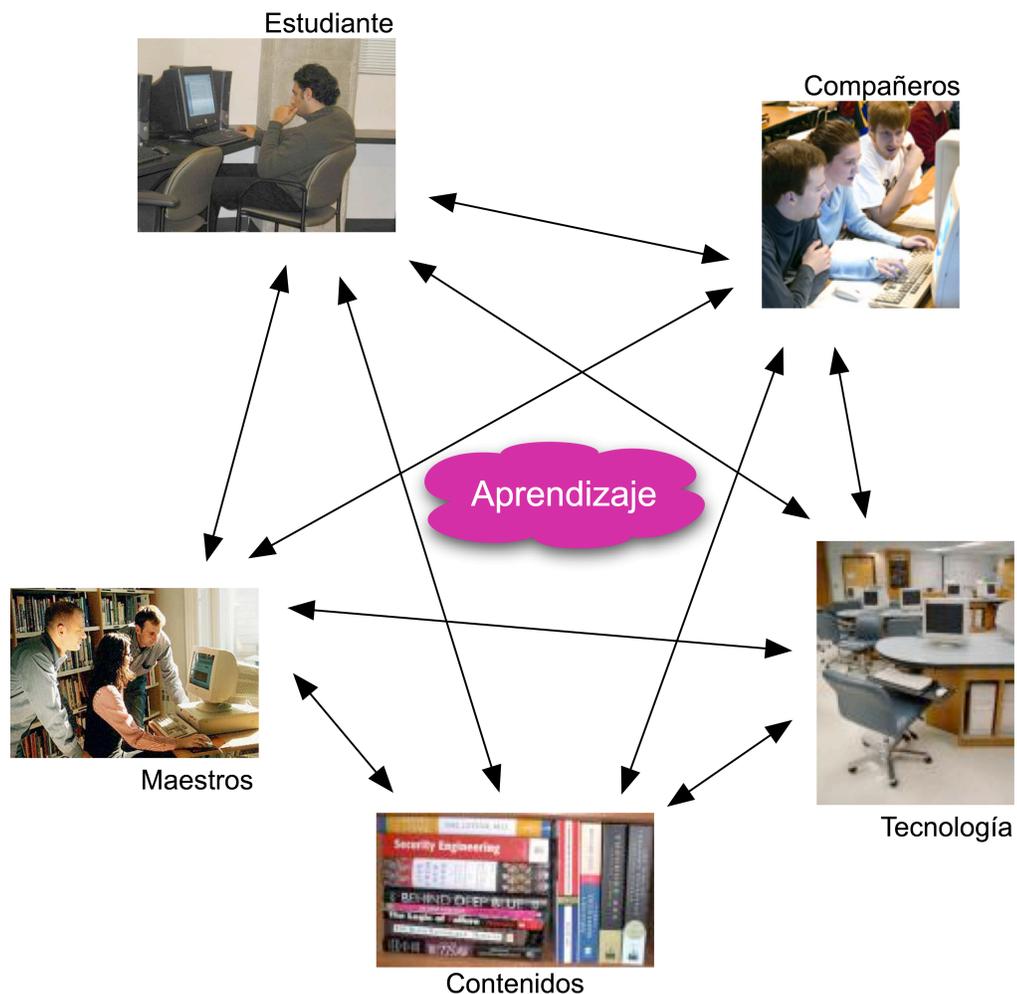


Figura 1.9
Agentes que participan en el e-Aprendizaje

1.3.1 Los sitios Web

Un sitio Web es una colección de páginas Web. Se conoce como página Web un documento escrito en un lenguaje llamado HTML (Hyper Text Markup Language) o alguna variante de éste, que es accesible a través de Internet,

que tienen una ubicación que está determinada por una dirección URL (Uniform Resource Locator) y que se pueden consultar con programas llamados “navegadores”. Las páginas Web pueden contener texto, dibujos, fotografías, animaciones, sonido y video. Algunos autores han reconocido que los sitios Web pueden considerarse recursos didácticos porque contienen gran cantidad de información. El potencial educativo de los sitios Web es diverso. Uno de los usos de este recurso consiste en planear la instrucción de tal manera que se pueda incorporar la utilización de sitios Web existentes en Internet que contengan información relevante o pertinente para el curso que se imparte. Sin embargo, otra manera de utilizar las páginas Web consiste en diseñar sitios Web específicos para el curso, mediante los instrumentos informáticos adecuados (Bitter y Pierson, 1999). Además, con los editores de documentos HTML y otros recursos que existen actualmente, es posible diseñar y generar sitios Web de tal manera que no sólo se publique la información relacionada específicamente con el curso, sino que se cree la sensación de tener un “lugar” en el que maestros y alumnos construyen conocimiento, negocian significados y se organizan las actividades de enseñanza-aprendizaje (García, 2001).

Al considerar el uso de Internet como un instrumento educativo Haughey y Anderson plantean muchas preguntas como: ¿Qué principios de aprendizaje son importantes? ¿Qué tan importante es la participación activa? ¿Cómo se pueden atender diferentes estilos de aprendizaje? ¿Cuál es el valor de la participación? ¿Cómo se debe estructurar un curso que utilice Internet? ¿Cómo se puede evaluar el aprendizaje a través de Internet? ¿Qué infraestructura se necesita? ¿Qué tipo de soporte tecnológico se debe tener? (Haughey y Anderson, 1998). Estos autores proporcionan una serie de estrategias y recomendaciones generales para el uso de Internet con fines educativos cuando se busca facilitar el aprendizaje y la comunicación. En este proyecto se han utilizado principalmente dos herramientas tecnológicas de Internet: el correo electrónico y los foros de discusión.

1.3.2 El correo electrónico

Como la mayoría de los servicios de Internet, el correo electrónico involucra dos tipos de programas, uno instalado en algún servidor y otro en la computadora del usuario. Actualmente existen servicios gratuitos de correo que son muy usados por los estudiantes y el público en general. Los sistemas gratuitos de correo tienen algunos inconvenientes como: capacidad limitada para enviar y conservar documentos adjuntos, frecuentes retrasos en la entrega de los mensajes y saturación en las horas críticas de alto tráfico en Internet. Sin embargo, a pesar de estos inconvenientes el correo electrónico es un instrumento útil para la comunicación entre estudiantes y con el maestro porque es seguro, puede mantener copias de los mensajes y los archivos enviados, permite mantener una comunicación uno-a-uno y brinda a los estudiantes la posibilidad de enviar documentos a cualquier hora (Haughey y Anderson, 1998).

1.3.3 Los foros de discusión

Los foros de discusión permiten la comunicación asincrónica en un grupo de personas. El programa reside en un servidor que almacena y organiza los mensajes de los participantes y cada usuario puede leerlos o escribir nuevos mensaje en cualquier momento desde su computadora. Los mensajes pueden ser aportaciones nuevas o réplicas a las aportaciones existentes. Mientras que el correo electrónico mantiene la comunicación uno-a-uno, los foros de discusión son instrumentos de comunicación muchos-a-muchos. Los usuarios de un foro de discusión pueden evaluar información, justificar y argumentar sus opiniones, construir conocimiento, resolver problemas y tomar decisiones (Jonassen, 2000).

1.4 Planteamiento del proyecto de investigación.

El objetivo de este proyecto es entender de qué manera contribuye la Tecnología Informática y de Comunicaciones (TIC) al mejoramiento de la

enseñanza de la física en el bachillerato. Para alcanzar este objetivo, la pregunta que se plantea es: ***¿Cuáles son las condiciones específicas de la estrategia didáctica, la estructura y los procesos del trabajo colaborativo en foros de discusión que tienen influencia en el aprendizaje de la física en el bachillerato?***

Este proyecto es importante porque al entender de qué manera contribuyen las TIC en el mejoramiento de la enseñanza de la física, podemos obtener un conocimiento más profundo de las dificultades que tienen los estudiantes al aprender esta disciplina y plantear nuevas estrategias didácticas basadas en el trabajo colaborativo en foros de discusión por Internet.

El proyecto fue viable porque se contó con el apoyo institucional para utilizar la infraestructura de cómputo del Colegio Francés del Pedregal con dos grupos de sexto de bachillerato. Y asimismo se contó con dos servidores para la publicación de sitios Web.

1.5 Situación de este trabajo en el contexto actual

En la clasificación demográfica por generaciones, propuesta por Strauss y Howe (1991), la Generación Baby Boomer corresponde a los individuos nacidos entre 1946 y 1964, la Generación X corresponde a la población nacida entre 1965 y 1982; y la Generación Net es la población que nació entre 1983 y 2000.

La Generación Baby Boomer es la nacida en la prosperidad económica y la explosión demográfica que siguió a la Segunda Guerra Mundial, es la generación de los optimistas, los adictos al trabajo, la ética y la responsabilidad; y con disposición para hacer las cosas.

La Generación X es la generación excluida, los desempleados, rechazados, sin identidad propia, son individuos con tendencia a la diversión, a lo natural y a la no distinción de género (unisex).

La Generación Net prefiere la computadora a la televisión, tiene habilidad para descifrar información, posee alta creatividad, rechaza copiar la vida de los adultos, todo es blanco o negro no resiste el orden vertical, solo el horizontal, prefiere la comunicación recíproca a la unilateral, pueden atender varias cosas a la vez.

Estas tendencias describen las generaciones en términos generales pero más importante que la edad es la exposición a la tecnología; y por este motivo, las fechas que las definen no pueden ser muy precisas. Sin embargo, se puede decir que los alumnos actuales del bachillerato pertenecen a la Generación Net, mientras que sus maestros pertenecen a la Generación Baby Boomer o a la Generación X. No obstante, muchos individuos de estas dos generaciones están adoptando algunas de las características de la Generación Net como: generar documentos en la computadora en vez de manuscritos, recordar datos como números telefónicos y citas en dispositivos electrónicos en vez de usar la memorización, asistir a juntas con una computadora personal, estar conectado permanentemente a Internet, hacer varias actividades a la vez e incluso jugar video-juegos (Oblinger y Oblinger, 2005).

Estas características culturales definen un entorno para la enseñanza de la física de bachillerato en el que Internet puede convertirse en un recurso didáctico poderoso, pero es necesario establecer un modelo conceptual para su uso y contar con elementos que permitan analizar su alcance.

A continuación se presentan algunos resultados de la investigación de otros autores que han contribuido al desarrollo de este campo, con el propósito de situar el presente trabajo en el contexto actual.

Barre, El-Kechaï y Choquet (2005) sostienen que en los sistemas de aprendizaje con apoyo en TIC, la colaboración se ve afectada por la falta de sincronización en dos de los principales roles de los maestros: el diseño de los cursos y la asesoría a los estudiantes. En este trabajo se ha tenido especial cuidado en el diseño del curso en lo general, y más particularmente

en el diseño de las actividades de aprendizaje que se apoyan en las TIC. Por otro lado, estos autores proponen que se tengan indicadores de la “calidad de la colaboración” con el propósito de que los maestros puedan evaluar a los estudiantes y analizar el diseño de los cursos desde la perspectiva de la relevancia de los escenarios pedagógicos. En este sentido, esta investigación ofrece un modelo de análisis de la colaboración que es consistente con la necesidad planteada por los autores mencionados y que toma en cuenta que los estudiantes pertenecen a la Generación Net.

Totter y Grote (2005) han propuesto un método para analizar el rol que tienen las plataformas tecnológicas para el aprendizaje basado en TIC, como instrumentos mediadores de la interacción y del cumplimiento de tareas específicas. Estas autoras parten del modelo de Baker (2002) y sostienen que la interacción verbal para la colaboración involucra: explicación, reflexión, verificación, evaluación crítica, argumentación y co-construcción de conocimiento y significado. Totter y Grote llegaron a definir 31 expresiones lingüísticas mutuamente excluyentes y que finalmente agruparon en nueve meta-categorías de las cuales sólo dos estaban directamente relacionadas con la realización y organización de las actividades de aprendizaje, las otras se referían a la plataforma tecnológica y su uso. Las autoras reportan que el 50% de la interacción se dio en la meta-categoría relacionada con la realización de las actividades de aprendizaje y entre el 10 y el 15% fue para organizar la actividad. En contraste, en la presente investigación no se han propuesto categorías de análisis para el uso de la plataforma tecnológica, en cambio se desarrolló un modelo que incluye nueve categorías agrupadas en tres dimensiones (cognitiva, metacognitiva y colaborativa).

Rourke, Anderson, Garrison y Archer (2000) establecen que para identificar y categorizar los segmentos de una transcripción de un foro de discusión se pueden tomar diferentes unidades de significado: frase, párrafo, mensaje, tema y elocución (forma de decir algo). En esta investigación se tomó como

unidad el mensaje para el análisis cuantitativo y el tema para el análisis cualitativo.

Mehanna ha realizado investigaciones sobre la evaluación de foros de discusión en las que ha observado a dos mil estudiantes en cuatro universidades del Reino Unido. Ella reporta que a pesar de que el análisis de los contenidos de las discusiones presenta la dificultad de relacionar los textos en línea con el discurso del aprendizaje, y de la gran cantidad de tiempo que se requiere para este análisis, el proceso no se puede llevar a cabo si no se hace una mezcla no-ortodoxa de los paradigmas de investigación cualitativa y cuantitativa. Ella llega a la conclusión de que con la metodología mixta, el investigador puede resolver preguntas que con uno solo de los paradigmas no es posible contestar. El modelo que propone Mehanna consiste en identificar primero la efectividad de la práctica pedagógica y luego confirmarla. Esta metodología comienza con una fase de análisis cualitativo de los datos que es seguida por un análisis cuantitativo de cantidades o frecuencias que son manipuladas estadísticamente para permitir la elaboración de generalizaciones (Mehanna, 2006). En el trabajo que aquí se propone, se ha seguido una metodología muy similar, también se han llevado a cabo análisis cualitativos y cuantitativos porque se ha considerado que son complementarios y no antagónicos.

Harrer (2004) muestra que la discusión en un ambiente de colaboración se puede analizar si el propio estudiante clasifica sus intervenciones de acuerdo a una serie de categorías y subcategorías que expresan la posible intención de su participación en la discusión. Para que el estudiante haga la selección adecuada, tiene tres opciones: usa frases predefinidas que escoge de un catálogo para iniciar su comentario, escoge un formato de participación y modifica los parámetros que definen el contenido o expresa libremente su comentario. Sin embargo, el modelo que propone Harrer establece el análisis de la conversación en cada pareja. Cuando se trata de un grupo de discusión, la conversación de cada pareja tiene un impacto en el resto del grupo y el

análisis tiene que hacerse en dos niveles: primero de la interacción entre los individuos y luego el impacto en el grupo. Además Harrer también propone hacer una distinción entre las discusiones dentro del área de conocimiento y las que se dan en el ámbito de la coordinación como elaborar planes y coordinar esfuerzos, que finalmente se convierten en actividades dentro del área de conocimiento. La intención de Harrer al automatizar el análisis de las categorías es llegar a la integración de agentes informáticos que puedan participar en la discusión como compañeros, mediadores u observadores en aquellos casos en los que la programación computacional permite que el agente intervenga en el diálogo. Por ejemplo, si el estudiante dice: “me gustaría saber más de ...”, el agente reconoce que puede dar una definición o una explicación breve previamente almacenada en la computadora y contestar esa intervención como por ejemplo con la frase: “Permíteme decirte que ...”.

1.6 Recapitulación

En este capítulo se ha mostrado que la enseñanza de la física en el bachillerato presenta dificultades derivadas de la complejidad propia de esta ciencia. También se ha visto que existen diversas explicaciones de este hecho, que están fundamentadas en la comprensión de los procesos de pensamiento de los estudiantes cuando se enfrentan al estudio de los fenómenos naturales.

A continuación, se han descrito algunos elementos didácticos que han contribuido al mejoramiento de la práctica docente en este campo y se ha señalado la importancia de la colaboración en el proceso del aprendizaje, cuando se tiene un enfoque constructivista. Se han dado ejemplos de los métodos de análisis de la colaboración. A continuación se ha presentado brevemente el potencial educativo que tienen las tecnologías de la información y la comunicación, especialmente los sitios Web, el correo

electrónico y los foros de discusión (e-Aprendizaje). Y finalmente se ha planteado el proyecto de investigación y su situación en el contexto actual.

En el capítulo 2 se elaborará un modelo conceptual para la construcción de un ambiente de aprendizaje para la enseñanza de la física apoyado en TIC. Dentro de este ambiente de aprendizaje se proporciona a los estudiantes un espacio de colaboración mediante foros de discusión por Internet y con ello se da la oportunidad para desarrollar actividades de aprendizaje dirigidas al desarrollo de significados y a la resolución de problemas.